

## **Estratégias de um procedimento híbrido de manutenção aplicada a uma indústria de trefilaria**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica

**Autor**

**Paulo Jorge Pereira Ferreira**

**Orientador**

**Doutora Cândida Maria dos Santos Pereira Malça**

Professora do Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor**

**Luís Filipe Braga Oliveira**

Fapricela – Indústria de Trefilaria, SA

**Coimbra, abril, 2018**



## **Agradecimentos**

Aos meus pais, José Mário e Virgínia, à minha irmã, Rita, e à minha namorada, Patrícia, que sempre me apoiaram e motivaram ao longo de todas as etapas da minha vida. Sem eles, não teria conseguido. Agradeço toda a disponibilidade prestada e todo o apoio e conhecimento transmitido por parte da Doutora Cândida Malça. Finalmente, agradeço à Fapricela S.A., com especial referência ao Eng. Luís Oliveira, e a todas as pessoas que colaboraram para a obtenção deste resultado final.



## Resumo

A empresa acolhedora deste estágio é a Fapricela – Indústria de Trefilaria, SA , uma fábrica de produção de vários tipos de produtos como, redes, arames, cordão de aço, arame técnico para molas, entre outros utilizando rolos de fio-máquina, podendo estes ser de baixo, médio e alto teor em carbono.

O tema aqui inserido para a realização do estágio contempla uma vertente muito acentuada na manutenção preventiva, sendo necessária a criação de um plano de manutenção preventivo para uma máquina de cordão de arame. Como tal, para uma maior organização e gestão da manutenção optou-se por desenvolver um plano de manutenção preventivo num software, sendo que dessa forma ter-se-á resultados positivos e ganho de tempos, de acordo com as ferramentas de melhoria contínua. Desde algum tempo que se tem registado um grande progresso e aperfeiçoamento em aplicações informáticas e softwares de gestão de manutenção. Estes possuem um excelente controlo na manutenção dos equipamentos, da monitorização dos custos previstos em função do desempenho real e da possibilidade de, em simultâneo, registarem informações essenciais, geralmente numa única base de dados.

Procura-se ainda neste estágio um estudo que visa a redução de consumos energéticos de uma estufa de secagem de rolos incorporada numa linha de decapagem química. Foram implementados sistemas de barreira para retenção do vapor dentro da câmara da estufa de secagem, e uma válvula para controlar a temperatura dentro desta, sendo que foi possível perceber que se irá obter uma redução de consumos energéticos com os projetos apresentados, logo um menor custo na produção.

**Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Preventiva, Melhoria Contínua, Estufa de Secagem, Redução de Consumos**



## **Abstract**

The host company of this internship is Fapricela - Indústria de Trefilaria, SA, a factory producing various products such as nets, wires, steel cord, technical wire for springs, as well as other products from wire rod rolls containing low, medium and high carbon content.

The subject matter of this internship includes the very important aspect of preventive maintenance, specifically the necessity to create a preventive maintenance plan for the wire rope machine. To better organize and manage maintenance, it was decided to develop a piece of software to aid in the planning of preventive maintenance, as this would provide positive results and increase time efficiency, according to the tools of continuous improvement. Since implemented, there has been a great progress and improvement in computer applications and maintenance management software. They have excellent control over the maintenance of the equipment, the monitoring of the expected costs in terms of actual performance, and the possibility of simultaneously recording essential information, usually in a single database.

At this stage of the internship, we are still looking for a solution to reduce the energy consumption of a roller drying greenhouse, which is incorporated in a chemical stripping line. Barrier systems were implemented for vapor retention inside the drying oven chamber, and a valve to control the temperature inside the oven. It is evident that a reduction of energy consumption will be achieved with the projects presented, resulting in a lower cost in production.

**Keywords: Maintenance, Preventive Maintenance, Continuous Improvement, Drying Kiln, Reduction of Consumption**





# Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	iii
Abstract.....	v
Índice .....	vii
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
Siglas .....	xv
Símbolos e Abreviaturas.....	xv
1.Introdução .....	1
1.1 Apresentação da Empresa.....	1
1.2. Objetivos do Estágio.....	1
2. Manutenção .....	2
2.1. O que é? .....	2
2.2. Objetivos e Funções da Manutenção .....	2
2.3. Tipos de Manutenção.....	3
2.3.1. Manutenção Preventiva .....	4
2.3.1.1. Manutenção Preventiva Sistemática .....	4
2.3.1.2. Manutenção Preventiva Condicionada ou Manutenção Preditiva.....	4
2.3.2. Manutenção Corretiva .....	4
2.3.3. Manutenção Curativa.....	4
2.4. Modelos de Gestão da Manutenção .....	4
2.4.1. TPM (Total Productive Maintenance).....	5
2.4.2. RCM (Reliability Centered Maintenance).....	5
2.5. Avarias (Definição/ Taxa) .....	6
2.6. MTBF (Mean Time Between Failures) .....	6
2.7. MTTR (Mean Time to Repair) .....	6

2.8. Disponibilidade.....	6
2.9. Custos de Manutenção.....	7
3. Ferramentas de Melhoria Contínua .....	8
3.1. 5S.....	8
3.2. Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) .....	9
4. Proposta do Plano de Manutenção Preventiva para uma Máquina Cableadora .....	10
4.1. A Proposta .....	10
4.2. Ficha identificativa da máquina.....	10
4.3. Gestão de ativos na indústria.....	16
4.4. O porquê de optar por um software de gestão de manutenção .....	17
4.5. O software .....	18
4.6. Ficha de manutenção preventiva .....	21
4.7. Criação de OT Preventiva ou Corretiva .....	26
4.8. ManWinWin na gestão de artigos .....	28
4.9. Melhorias na Máquina Cableadora.....	29
5. A importância da organização na gestão das equipas .....	30
5.1. ManWinWin na gestão das equipas.....	30
6. Análise de processos da linha de decapagem .....	32
6.1. Matéria Prima/ Laminagem.....	32
6.2. Decapagem Química.....	33
6.3. Lavagem do fio máquina .....	34
.....	35
6.4. Ativação.....	35
6.5. Fosfatação.....	36
6.6. Lavagem da Fosfatação .....	37
6.7. Neutralização .....	38
6.8. Secagem.....	39

7. Estudo de impacto relativo ao regime de funcionamento de um sistema de secagem de rolos de arame.....	43
7.1. Redução de Consumos Energéticos numa Estufa inserida numa linha de decapagem química .....	43
8. Conclusão e trabalhos futuros.....	49
8.1. Análise de dados e conclusões.....	49
8.2. Utilidade do software de gestão e manutenção na indústria.....	51
8.3. Trabalhos futuros .....	52
9. Referências Bibliográficas.....	53



## Índice de Figuras

Figura 1 - Tipos de manutenção (Adaptado Pereira, 2009).....	3
Figura 2 - 8 pilares do Total Productive Maintenance (Adaptado Kardec, 2001) .....	5
Figura 3 - Vida de um bem material (Monchy, 1987).....	7
Figura 4 - Ferramenta 5S (Engetref).....	8
Figura 5 - Ciclo PDCA (Werkema, 2012).....	9
Figura 6 - Etapas de processo .....	10
Figura 7 - Ilustração da máquina Cableadora (Fapricela, S.A.) .....	12
Figura 8 - Rolos de cordão (Fapricela, S.A.).....	13
Figura 9 - Porquê o ManWinWin? (ManWinWinSoftware) .....	18
Figura 10 - Pârametros a gerir no software (ManWinWin Software) .....	20
Figura 11 - Subdivisão da máquina Cableadora (ManWinWin Software).....	21
Figura 12 - Plano de manutenção preventiva para o carregamento (ManWinWin Software) .	22
Figura 13 - Tarefas e Preparações para a realização do plano (ManWinWin Software) .....	23
Figura 14 - Criação de OT (ManWinWin Software).....	26
Figura 15 - Preenchimento da OT (ManWinWin Software) .....	27
Figura 16 - Custos de material (ManWinWin Software) .....	28
Figura 17 - Sistema de dobradiças para as portas do carregamento (Fapricela, S.A.) .....	29
Figura 18 - Custos Mão Obra (ManWinWin Software) .....	31
Figura 19 – Matéria Prima (Fapricela, S.A.) .....	32
Figura 20 - Rolo de arame laminado (ArcelorMittal).....	33
Figura 21 - Tina ácido clorídrico (Fapricela, S.A.) .....	34
Figura 22 - Sistema de lavagem de rolos (Fapricela, S.A.) .....	35
Figura 23 - Tina de Ativação (Fapricela, S.A.) .....	35
Figura 24 - Tina de Fosfatação (Fapricela, S.A.) .....	36
Figura 25 - Tina de lavagem após fosfatação (Fapricela, S.A.) .....	37
Figura 26 - Tina da neutralização (Fapricela, S.A.) .....	38
Figura 27 - Estufa de secagem de rolos de arame (Fapricela, S.A.).....	39
Figura 28 - Ficha identificativa dos rolos (Fapricela, S.A.) .....	40
Figura 29 - Gavetas de entrada (Fapricela, S.A.) .....	40
Figura 30 - Ponte rolante automatizada (Fapricela, S.A.) .....	41
Figura 31 - Processo de trefilagem .....	42
Figura 32 - Válvula de controlo modelante de vapor (Fapricela, S.A.) .....	44

Figura 33 - Pontes automatizadas e ganchos de transporte (Fapricela, S.A.).....	45
Figura 34 - Estufa de secagem de rolos de arame (Fapricela, S.A.).....	46
Figura 35 - Portas da Estufa de Secagem (Fapricela, S.A.) .....	47
Figura 36 - Contador de gás para a caldeira (Fapricela, S.A.) .....	50
Figura 37 - Programa de controlo da linha de decapagem química (Fapricela, S.A.).....	51

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Ficha identificativa da máquina .....	11
Tabela 2 - Plano de Manutenção Preventiva Sistemática.....	25
Tabela 3 - Dados adquiridos no contador .....	49





## Siglas

BI – Bilhete de Identidade

EN – *European Norm*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

MTTR – *Mean Time to Repair*

NP – Norma Portuguesa

PDCA – *Plan Do Check Act*

TPM – *Total Productive Maintenance*

OT – Ordem de Trabalho

FMP – Ficha de Manutenção Planeada

PM – Plano de Manutenção

NO – *Normally Open*

HH – Homem-hora

## Símbolos e Abreviaturas

M<sup>3</sup> – metro cúbico

$\lambda$  – Taxa de avarias



## **1.Introdução**

### **1.1 Apresentação da Empresa**

A FAPRICELA - Indústria de Trefilaria, S.A., iniciou a sua atividade industrial em 1977, começando por dedicar-se unicamente à fabricação de pregos. Porém, no decorrer dos anos, a sua progressiva valorização permitiu-lhe integrar na sua atividade outros produtos, de baixo, médio e alto teor em carbono, nomeadamente arames de aço macio (crus, galvanizados, recozidos, plastificados e farpados), redes (zincadas, plastificadas e ovinas), malha electro soldada, arame de aço para pré-esforço de baixa relaxação, cordão para pré e pós-esforço de baixa relaxação e arame técnico para molas.

O processo utilizado na empresa para a obtenção destes produtos é a trefilagem, que é um processo de deformação a frio onde ocorre a redução de secção do fio máquina. Antes deste procedimento, o fio máquina é sujeito a outros processos (tais como, laminagem, decapagem) que serão explicados mais à frente detalhadamente.

### **1.2. Objetivos do Estágio**

O objetivo do estágio está inserido num projeto que, em termos globais, visa a elaboração de um plano de manutenção exaustivo de uma intervenção eletromecânica numa trefilaria. O âmbito da intervenção foca-se, em primeira instância, na conservação do equipamento, isto é, na realização de tarefas de manutenção preventiva e, numa segunda fase, na vertente da redução dos consumos energéticos. Pretende ainda realizar-se um estudo de impacto relativo ao regime de funcionamento de um sistema de secagem de rolos de arame. Este sistema de secagem está inserido numa linha de decapagem química de rolos de arame de aço (fio-máquina) e é constituído por dois sistemas: i) um sistema de aquecimento através de vapor produzido em caldeiras de produção de vapor e ii) sistema de ventilação forçada que direciona o ar aquecido para o interior da estufa.

O principal objetivo é otimizar o consumo de vapor do regime de funcionamento do sistema.

## **2. Manutenção**

### **2.1. O que é?**

De acordo com a norma NP EN 13306:2007, a manutenção é definida da seguinte forma (Farinha, 2011):

**“Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.”**

É ao feito de assegurar estas condições ao custo global mínimo que se pode designar como boa manutenção. Esta deve começar na fase de projeto e participar na instalação/início de funcionamento dos equipamentos ou fábricas. Após estas fases, a função da manutenção é de vigilância (permanente ou periódica), desenvolvimento de ações corretivas (reparações) ou ações preventivas. Isto deve ser feito com monitorização constante, recolha e tratamento de dados. Hoje em dia, num organigrama estrutural de qualquer organização, a manutenção deve fazer fronteira com todos os outros setores da empresa, visto ser uma atividade necessariamente integrada.

### **2.2. Objetivos e Funções da Manutenção**

A manutenção tem como objetivo atingir o máximo rendimento dos equipamentos/ elementos, nos quais foi feito um investimento, prolongando a sua vida útil e mantendo estes em operação durante o máximo tempo possível. Para serem cumpridos estes requisitos é necessário assegurar a segurança das pessoas, bens e meio envolvente, bem como níveis de qualidade (Pereira, 2009). Os principais objetivos da manutenção são : i) a redução de custos; ii) evitar paragens com perdas de produção; iii) reduzir tempos de não disponibilidade do equipamento; iv) reduzir emergências e o número de avarias; v) melhorar a qualidade da produção; vi) aumentar a segurança; vii) aumentar o tempo de vida dos equipamentos e viii) aumentar o output da produção.

Gerir a Manutenção significa dominar diversas áreas de ação, tais como a gestão do pessoal, gestão dos materiais, planeamento, etc.

Assim sendo, reconhecem-se as seguintes atividades de gestão (Pereira, 2009):

#### **➤ Planeamento**

Este é feito com base no conhecimento técnico dos equipamentos, reportório de equipamentos, manual técnico da máquina, entre outros. O planeamento engloba

também a elaboração do plano de manutenção, preparação e programação dos trabalhos a executar.

➤ **Realização**

Realização das ações delineadas na fase de planeamento, garantindo qualidade de execução e garantindo prazos propostos.

➤ **Controlo dos Custos**

Registo e apuramento de custos de mão de obra, materiais e serviços dispendidos nas intervenções.

➤ **Gestão dos Materiais**

➤ **Gestão do Pessoal**

Capacidade interna ou subcontratação de serviços

## 2.3. Tipos de Manutenção

Na Figura 1 podem ver-se os tipos de manutenção existentes. A política que uma empresa adota não se deve cingir exclusivamente a um destes tipos, mas sim a uma combinação adequada de todos eles, tendo em vista o custo global mínimo. Utopicamente, a manutenção curativa seria o único tipo de manutenção não praticada, mas tal não é razoável, pois há sempre alguma avaria inesperada, que foge do controlo do planeamento.

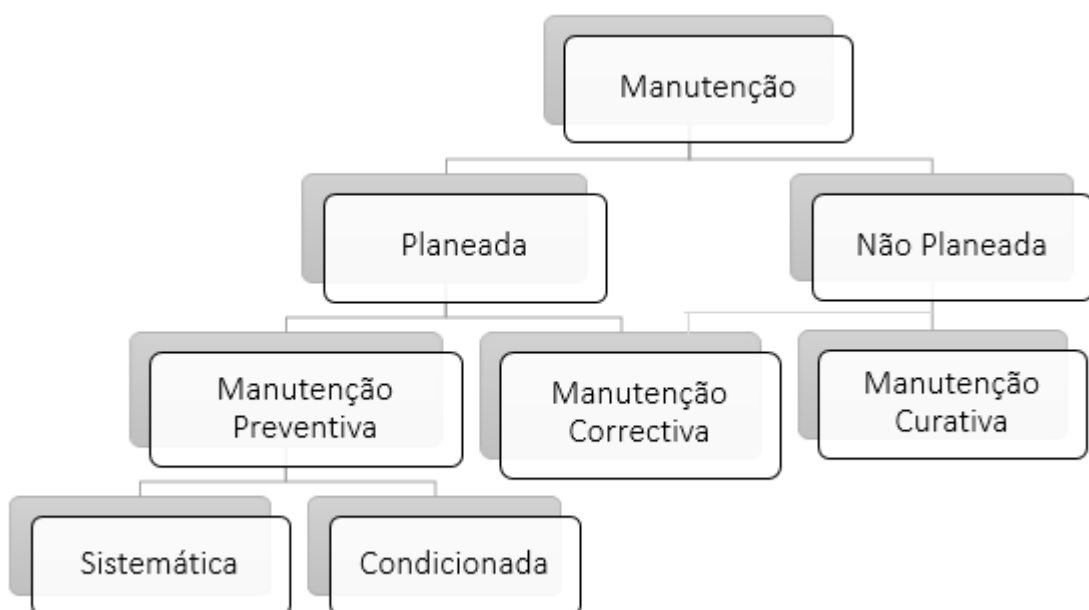


Figura 1 - Tipos de manutenção (Adaptado Pereira, 2009)

### **2.3.1. Manutenção Preventiva**

É a manutenção que se baseia em tomada de ações com vista a evitar alguma avaria, antes de ela vir a acontecer. Tem de ser fundamentada com boa análise de previsão, fiabilidade e financeira, no sentido de avaliar o benefício da sua utilização. Pressupõe um vasto conhecimento dos equipamentos alvos de manutenção e disponibilidade em termos de mão-de-obra para a sua execução (Pereira, 2009).

#### **2.3.1.1. Manutenção Preventiva Sistemática**

Manutenção Preventiva efetuada com periodicidade fixa, em intervalos de tempo pré-estabelecidos ou com um número definido de unidades de funcionamento (Pereira, 2009).

#### **2.3.1.2. Manutenção Preventiva Condicionada ou Manutenção Preditiva**

Manutenção Preventiva efetuada em função do estado do equipamento; controlo de condição de funcionamento do item, que permite prever futuras avarias pela evolução das características controladas (Pereira, 2009).

### **2.3.2. Manutenção Corretiva**

Manutenção não planeada, efetuada após a deteção de uma avaria, ou planeada, para repor equipamentos antes de entrarem em funções ou com vista a atividades de melhoria. Em algumas situações é idêntica à Manutenção Curativa, com o acréscimo de serem desenvolvidas melhorias juntamente com a reparação. Estas ações são já uma atividade de Manutenção de natureza técnica, administrativa e de gestão. Num âmbito mais detalhado dedica-se ao estudo e projeto dos equipamentos, de forma a evitar ocorrência de novas avarias (Pereira, 2009).

### **2.3.3. Manutenção Curativa**

Consiste na reparação de avarias quando estas ocorrem. Este tipo de manutenção apresenta algumas características indesejáveis, pois obtêm-se um grande prejuízo quando apenas este tipo de manutenção é utilizado, tanto a nível de produção como a nível de custos dos materiais. Este tipo é o que pode originar maiores danos na máquina/ equipamento (Pereira, 2009).

## **2.4. Modelos de Gestão da Manutenção**

A importância dada a uma boa gestão da manutenção cresceu nas últimas décadas. Com o aumento da complexidade dos sistemas e equipamentos houve a necessidade de criar estratégias eficazes que pudessem conduzir ao aumento da disponibilidade dos equipamentos e

à melhoria contínua, garantindo sempre custos mínimos. Dentro das estratégias criadas, as mais usuais são o TPM (Total Productive Maintenance) e o RCM (Reliability Centered Maintenance), modelos que serão explicados de seguida mais detalhadamente.

#### 2.4.1. TPM (Total Productive Maintenance)

Segundo (Nakajima, 1989), o TPM constitui a «Manutenção conduzida com a participação de todos». O modelo TPM, é mais do que uma ferramenta de gestão de manutenção. É uma filosofia de trabalho obtida como uma missão da empresa na manutenção/melhoria da produtividade. Esta pode ser definida como uma estratégia no qual a sua finalidade é melhorar a eficiência do sistema de produção através de um combinado de atividades de manutenção. Assim o TPM é implementado quando se segue uma metodologia assente em 8 métodos, conhecidos por 8 pilares do TPM, ilustrados na Figura 2.



*Figura 2 - 8 pilares do Total Productive Maintenance (Adaptado Kardec, 2001)*

#### 2.4.2. RCM (Reliability Centered Maintenance)

Segundo (Cabral, 2004), o modelo RCM promove a aplicação de políticas de manutenção fundamentadas no conhecimento das funções do equipamento no contexto em que está a operar, bem como no conhecimento dos seus tipos de avarias e dos seus efeitos e consequências, não apenas para a produção, mas também na segurança das pessoas, bens e meio ambiente. O objetivo é, portanto, otimizar o binómio custo/eficácia da manutenção de forma a conduzir a altos níveis de segurança e simultaneamente à disponibilidade adequada de equipamentos.

## 2.5. Avarias (Definição/ Taxa)

Segundo (Ferreira,1998), uma avaria é uma alteração ou cessação da possibilidade de um bem ou equipamento realizar uma função pré-determinada.

Através de uma análise da frequência com que sucedem as avarias de um tipo de equipamento ao longo do seu tempo de funcionamento, é possível traçar um padrão de avaria.

Deste modo, a taxa de avarias ( $\lambda$ ) exprime o número de avarias por unidade de utilização. Como se trata de uma máquina utiliza-se número de avarias/hora. Apresenta-se abaixo a fórmula que permite calcular a taxa de avarias (equação 1):

$$\lambda = \frac{\text{Número de avarias}}{\text{Tempo total de funcionamento}} \quad (1)$$

## 2.6. MTBF (Mean Time Between Failures)

A expressão MTBF (tempo médio de bom funcionamento) exprime o tempo que decorre, em média, entre uma falha e a próxima vez que esta ocorra. Assim, (Pinto, 2004) refere que o MTBF pode ser obtido através da seguinte expressão (equação 2):

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

## 2.7. MTTR (Mean Time to Repair)

A expressão MTTR (tempo médio para reparação) exprime o tempo médio necessário para reparar uma avaria. Neste sentido considera-se como o tempo dedicado à reparação, o tempo durante o qual um componente passa do estado para ser restaurado para uma condição de bom funcionamento. Assim, (Pinto, 2004) o MTTR pode ser obtido através da seguinte expressão (equação 3):

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo de Reparação}}{\text{Número de avarias}} \quad (3)$$

## 2.8. Disponibilidade

A disponibilidade é o tempo durante o qual o objeto ou equipamento está disponível para operar, e este está dependente do tipo de manutenção, do número de avarias, da rapidez



com que são reparadas, dos meios à disposição, etc. Segundo (Ferreira, 1998), aumentar a disponibilidade é um objectivo clássico da manutenção. Isto implica o aumento da fiabilidade dos equipamentos (MTBF) e a diminuição dos tempos de intervenção (MTTR). Estas expressões relacionam-se diretamente como verificamos na Figura 3 , e expressando-se da seguinte forma:



Figura 3 - Vida de um bem material (Monchy, 1987)

## 2.9. Custos de Manutenção

Os custos têm de ser considerados no preço final de produção dos bens fabricados ou dos serviços fornecidos. Assim, compreende-se facilmente o interesse numa organização racional e económica da manutenção.

Segundo (Cabral 2004), os custos da atividade de manutenção numa empresa podem ser divididos fundamentalmente em três naturezas:

### Custos diretos

São custos afetos ao funcionamento dos serviços de manutenção (mão de obra, materiais e serviços), incluindo os custos de subcontratação, caso se verifiquem.

### Custos indiretos

Trata-se de custos originados por perdas de produção imputáveis à manutenção (paragens provocadas por avarias ou para intervenções de manutenção).

### Custos de posse

Estes são associados à posse de stocks que correspondem aos custos dos materiais existentes em armazém, sejam materiais de consumo corrente, sejam peças ou equipamentos de reserva específicos.

### 3. Ferramentas de Melhoria Contínua

#### 3.1. 5S

Esta ferramenta tem como objetivo primordial melhorar e organizar todos os ambientes, principalmente os locais de trabalho. (Osada, 1991)

Considerada também como uma ferramenta de melhoria contínua, os 5S baseiam-se em cinco palavras japonesas todas elas iniciadas pela letra S, cada uma com o seu significado, ilustradas na Figura 4.



Figura 4 - Ferramenta 5S (Engetref)

Os propósitos da metodologia 5S são de melhorar a eficiência através da definição adequada dos objetivos no uso dos materiais, identificando os desnecessários, realçando a importância da organização, da limpeza e da identificação de materiais e de espaços de trabalho, bem como a manutenção e melhoria dos próprios 5S (Farinha, 2011).

### 3.2. Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act)

O Ciclo PDCA é uma ferramenta de grande aplicação no âmbito da gestão industrial. É um método de análise e melhoria, criado por Walter Shewhart, em meados da década de 20 do século passado, e disseminado pelo mundo por Deming.

É uma ferramenta de grande utilidade na análise e melhoria dos processos organizacionais e para eficácia do trabalho em equipa, sendo fundamental no apoio à gestão e tomada de decisão quer do departamento da manutenção, quer da Organização. (Tapping, 2008)

As etapas deste ciclo são as seguintes (Figura 5):

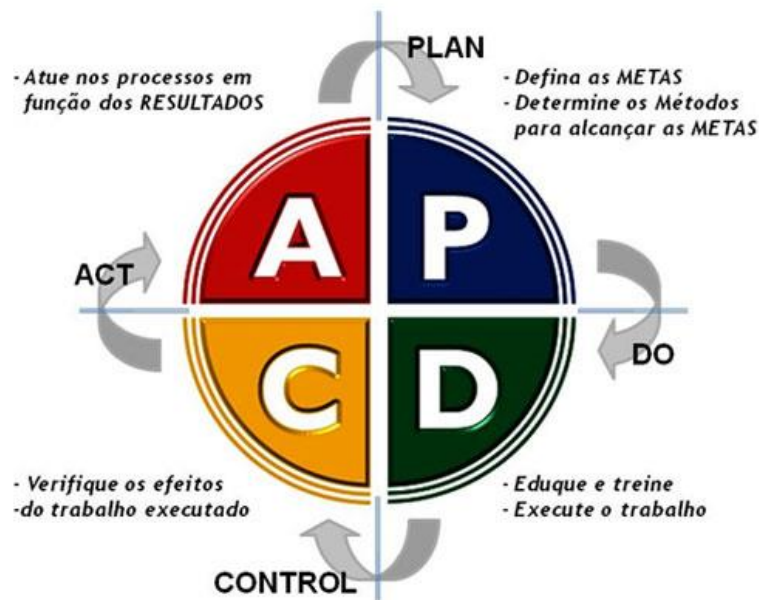


Figura 5 - Ciclo PDCA (Werkema, 2012)

## 4. Proposta do Plano de Manutenção Preventiva para uma Máquina Cableadora

### 4.1. A Proposta

Como um dos objetivos principais do estágio foca uma vertente exaustiva de manutenção, foi proposto a criação de um plano de manutenção preventiva para uma determinada máquina, nomeadamente uma máquina Cableadora, que é uma máquina que produz cordão feito de arame trefilado, tendo como objetivo prolongar a vida útil do equipamento.

### 4.2. Ficha identificativa da máquina

Uma máquina cableadora é uma máquina cujo seu objetivo é fazer cordão. Na Fapricela existem cinco máquinas cableadoras, até à data de julho de 2017, estando elas designadas por cableadora 1, 2, 3, 4 e 5. A máquina cableadora 1 foi a escolhida para o plano visto ser a mais antiga da fábrica neste ramo, tendo esta já sofrido algumas alterações no seu período de vida

Para produzir o cordão de aço, podendo este ser até 7 fios nesta máquina, o arame anteriormente passa por diferentes processos até estar pronto a expedir. Na Figura 6 está explicita a ordem cronologica das etapas desde que o arame chega à fábrica, até ao processo de encordoamento. A matéria prima chega ao parque da fábrica, e aí começam os processos para preparar o produto final. Primeiramente é feito um tratamento de decapagem do material, para posteriormente seguir para trefilar, processo no qual é reduzido o diâmetro do arame, sendo este armazenado em bobines, para seguir para a máquina cableadora. Para o processo final de encordoamento, é necessário ter o nº de bobines igual ao nº de fios de cordão que pretendemos produzir. O operador da máquina introduz as bobines de arame trefilado na máquina cableadora e procede ao enfiamento da máquina para estar operacional a produzir o produto final. Estes processos serão explicados de uma forma mais detalhada à frente.

Na Tabela 1 estão descritas as características identificadoras da máquina.



Figura 6 - Etapas de processo

Máquina:	Cableadora 1
Código:	<b>CB 001</b>
Marca:	<b>Continuus</b>
Modelo:	<b>Skip1+6/1120+CVA/CVS+LW3</b>
Nº. Série:	<b>T012</b>
Ano:	<b>2000</b>
Nº de Esquema	<b>000217//EEI</b>
Elétrico:	
Especificações:	<b>Cableadora direita de 7 fios com forno de indução móvel</b>
Alimentação:	<b>Água – 4 bar Ar – 6 bar</b>
Localização:	<b>Pré-Esforço</b>

*Tabela 1 - Ficha identificativa da máquina*



*Figura 7 - Ilustração da máquina Cableadora (Fapricela, S.A.)*



Na Figura 7 está ilustrada a máquina cableadora 1. Para simplificar os processos da máquina optou-se por subdividir a mesma em partes. Por ordem sequencial, demonstrada na página 14 temos o carregamento, que é a zona onde o operador coloca as bobines de arame trefilado. Nesta etapa o operador procede ao enfiamento da máquina, colocando as bobines nos berços do carregamento e passando o arame pelos ilhós que irão guiar o arame no processo de produção. De seguida o primeiro cabrestante, no qual o cordão é enrolado e este serve, em conjunto com o segundo cabrestante, para dar tiro ao cordão, ou seja para criar tensões de tração no cordão, fazendo com que a linha arranque. Entre os dois cabrestantes, o forno de indução móvel com a função de induzir ao cordão um aquecimento a alta temperatura, e logo à saída deste está uma caleira de arrefecimento a água. Este processo serve para dar ao cordão uma maior resistência. Após o segundo cabrestante aparece o enrolador, onde é possível armazenar todo o cordão produzido pela máquina. Quando o enrolador estiver com a quantidade máxima de cordão, este passa para uma função de desenrolador, e entra um outro enrolador para fazer mais um carregamento. O desenrolador, como o nome indica, desenrola o arame para o bobinador, local onde se fazem os rolos de cordão prontos a expedir, ilustrados na Figura 8.



*Figura 8 - Rolos de cordão (Fapricela, S.A.)*





Visto que a Fapricela trabalha em regime laboral a 4 turnos, e a máquina em questão tal como as outras têm muitas horas de trabalho, torna-se mais difícil realizar tarefas de manutenção preventiva. Ultimamente faz-se mais manutenção curativa do que preventiva nestas máquinas e, como estas trabalham 24h/dia durante 7 dias da semana, tem-se notado que as máquinas começam a ficar danificadas e com algum desgaste, sendo que, é necessário adotar um método para uma melhor gestão e organização da manutenção, pois o tempo para esta é escasso.

No que diz respeito à manutenção preventiva nesta Organização, reparou-se que apenas há planos em formato de papel, sendo que quando é realizada uma tarefa desse plano, data-se e assina-se a folha do plano para se ter algum controlo no que é feito.

Há também um software interno da Fapricela, mas esse é usado para requisição de material no armazém, e também para registar as avarias que ocorrem nas máquinas, sendo possível a qualquer altura acessar e rever todo o material utilizado nesta, mas no que diz respeito à manutenção, este software não permite fazer análises nem gerir e organizar a manutenção, sendo um software mais de requisição.

Assim sendo, como o estágio contempla uma vertente muito forte na manutenção preventiva, e visto que a Organização é limitada nessa parte, pesquisou-se e encontrou-se um software de gestão de manutenção, que irá ajudar a ter um maior controlo na gestão de recursos, pessoal, tempo, material, custos de mão de obra interna ou externa, entre outros.

Com este software, iremos implementar um sistema de melhoria contínua e dessa forma iremos conseguir ter uma maior organização, identificação dos trabalhos e dos espaços.

### **4.3. Gestão de ativos na indústria**

A gestão de ativos físicos das empresas abrange diversas atividades que vão desde a sua aquisição até ao final do seu ciclo de vida. Esta gestão é determinante numa ótica de produção e de maximização da rentabilidade da empresa no sentido de melhorar e otimizar recursos e processos de fabrico. Tendo em vista a otimização dos ativos, esta gestão implica a avaliação do desempenho associado a cada ativo físico, aos riscos, bem como aos custos associados ao seu ciclo de vida. O correto funcionamento dos equipamentos de uma empresa é crucial para que esta possa atingir os objetivos definidos face às restrições financeiras e à garantia da necessária competitividade. Consequentemente, ao gestor de ativos é imposto o ajuste ou alteração de diversas práticas tradicionalmente implementadas de forma a viabilizar a sustentabilidade da empresa. O orçamento dedicado aos ativos de uma empresa, por forma a minimizar o risco, não é, usualmente, uma prática viável em virtude das restrições financeiras a que as empresas estão sujeitas. A introdução de metodologias de avaliação de risco permite às empresas não só adiar a substituição ou a introdução de novos ativos, como melhorar o retorno financeiro associado a cada um.

A gestão de ativos implica que o gestor domine determinadas ferramentas de análise, para assim identificar e saber onde reduzir, manter, ou investir, para assim encontrar o ótimo do binómio atividades/investimentos. As vantagens da implementação de um sistema de gestão de ativos não se resumem às áreas financeiras e técnicas. A gestão de ativos também proporciona recompensas não financeiras, tais como a melhor colaboração entre os vários departamentos da empresa, através do uso e troca de informação sobre os ativos físicos e a utilização de processos de gestão mais eficientes

#### **4.4. O porquê de optar por um software de gestão de manutenção**

Nos dias atuais existem várias utilidades que auxiliam e fazem a diferença na gestão da manutenção, sendo que uma boa gerência do setor não é uma tarefa fácil e exige técnica, conhecimento e ferramentas de auxílio. É neste último ponto que entram os softwares de gestão de manutenção. Com um sistema dedicado à gestão da manutenção, é possível criar um histórico de cada equipamento e ver tudo o que foi feito nesse equipamento desde a implantação do sistema, como: manutenções realizadas, valores investidos em melhorias, o valor desse equipamento no processo de produção, custos das manutenções, custos de material utilizado nas máquinas, fazer cálculos de tempos de manutenção, entre outros. É claro que os softwares não substituí os técnicos, apenas os liberta de algumas tarefas essenciais e consumidoras de tempo, disponibilizando-lhes tempo para se concentrarem em tarefas mais produtivas e inteligentes.

Inicialmente deve-se criar um plano de manutenção preventivo para cada equipamento, com uma periodicidade de intervenções, sendo que à posteriori se deverá registrar as ações contempladas no planejamento após a sua execução. O plano de manutenção criado deve ser preenchido para que fique registrado como foram conduzidas as atividades de manutenção, sendo possível a qualquer altura tratar os dados pretendidos. Quando se tratam de manutenções corretivas ou curativas, devem ser criadas ordens de trabalho para registrar as avarias e posteriormente realizar uma análise de falhas, para que sejam corrigidas e eliminadas as causas raízes dos problemas.

A forma mais eficiente de analisar os resultados de qualquer setor ou equipamento dentro de uma empresa é por meio da emissão de relatórios de um determinado período de tempo, comparando com outros períodos para se obter uma curva de tendência e dessa forma saber se os trabalhos realizados têm sucesso ou não, sendo que os softwares de gestão são uma mais valia para essas análises.

#### 4.5. O software

PORQUÊ ESCOLHER O **MANWINWIN**

			
<p><b>Certificado ISO 9001</b> Pela <b>Lloyd's Register Quality Assurance</b>. A Qualidade tem sido sempre uma grande preocupação para a ManWinWin Software, não só como garantia da satisfação do cliente, mas também dentro da nossa própria empresa.</p>	<p><b>Reconhecido</b> O software ManWinWin foi distinguido no 2017 FrontRunners quadrant – powered by Gartner® Methodology – para sistemas de gestão de manutenção como um dos softwares com melhor desempenho no seu mercado.</p>	<p><b>Parceiros Microsoft</b> O ManWinWin Software é um Microsoft Silver Partner e cumpre os critérios de certificação da Plataforma Microsoft para Soluções ISV.</p>	<p><b>Com o ManWinWin terá sempre</b> Informação detalhada de todos os equipamentos. Gestão diária de manutenção com alertas. Custos detalhados e inúmeras análises e indicadores de desempenho. Para todos os tipos de equipamentos.</p>

*Figura 9 - Porquê o ManWinWin? (ManWinWinSoftware)*

O software ManWinWin é um software gratuito de gestão de manutenção. Este é uma ferramenta para a organização e gestão da manutenção do parque de equipamentos que alcança com grande detalhe a organização, planeamento e gestão dos trabalhos de manutenção, a quantificação do esforço e dos custos de mão-de-obra, materiais e serviços, e os consequentes indicadores de desempenho da manutenção de uma empresa dos quais se destacam quatro aspetos fundamentais:

##### 1. Características Gerais:

- Aplicação modular;
- Desenvolvido na mais recente tecnologia .NET;
- Novo motor de pesquisa mais robusto e eficaz, de modo a facilitar a pesquisa de informação;
- Maior segurança na utilização do software por cada utilizador;
- Possibilidade de correr em diferentes idiomas sem sair da aplicação;
- Parametrização mais inteligente e flexível de acordo com as necessidades de cada organização;
- Possibilidade de imprimir e exportar todo o tipo de informação.

## 2. Parque de Equipamentos:

- Gestão de manutenção de equipamentos próprios e/ou de clientes;
- Codificação dinâmica e possibilidade de gerir os equipamentos de manutenção por códigos alternativos.
- Possibilidade de efetuar projeções de funcionamento para cada equipamento de acordo com o histórico de funcionamento;
- Gestão de planos de manutenção e trabalhos associados a cada equipamento;
- Melhorias no registo de materiais e serviços de terceiros aplicados a cada equipamento.

## 3. Trabalhos de Manutenção (Ordens de Trabalho):

- Planeamento e gestão da manutenção;
- Programação de trabalhos preventivos com base em ciclos de manutenção;
- Possibilidade de gerir os trabalhos de toda a equipa de manutenção;
- Melhorias significativas na gestão dos tempos de manutenção e nos cálculos de indisponibilidade;
- Planeamento e registo de materiais e serviços de terceiros para os trabalhos de manutenção;
- Visualização gráfica em calendário;
- Possibilidade de comparar em tempo real os custos planeados versus reais de modo a ter um melhor controlo de todos os trabalhos de manutenção.

## 4. Gestão de Armazéns

- Ficheiro mestre de artigos para codificação única de artigos;
- Recodificação automática dos artigos de armazém;
- Alertas de *stock* mínimo e sugestão de reposição;
- Apontamentos diretos ou com movimentação de *stock* em trabalhos ou objetos de manutenção;
- Detalhe de movimentos por artigo.

Como podemos verificar, a partir do software é possível gerir uma série de processos, sendo que apenas nos iremos focar na gestão dos trabalhos de manutenção preventiva. Na Figura 10 conseguimos verificar o layout deste software onde podemos gerir todos estes parâmetros, e como vamos verificar tem uma linguagem muito fácil de entender e compreender, fazendo com que se tenha um maior controlo e gestão da manutenção.

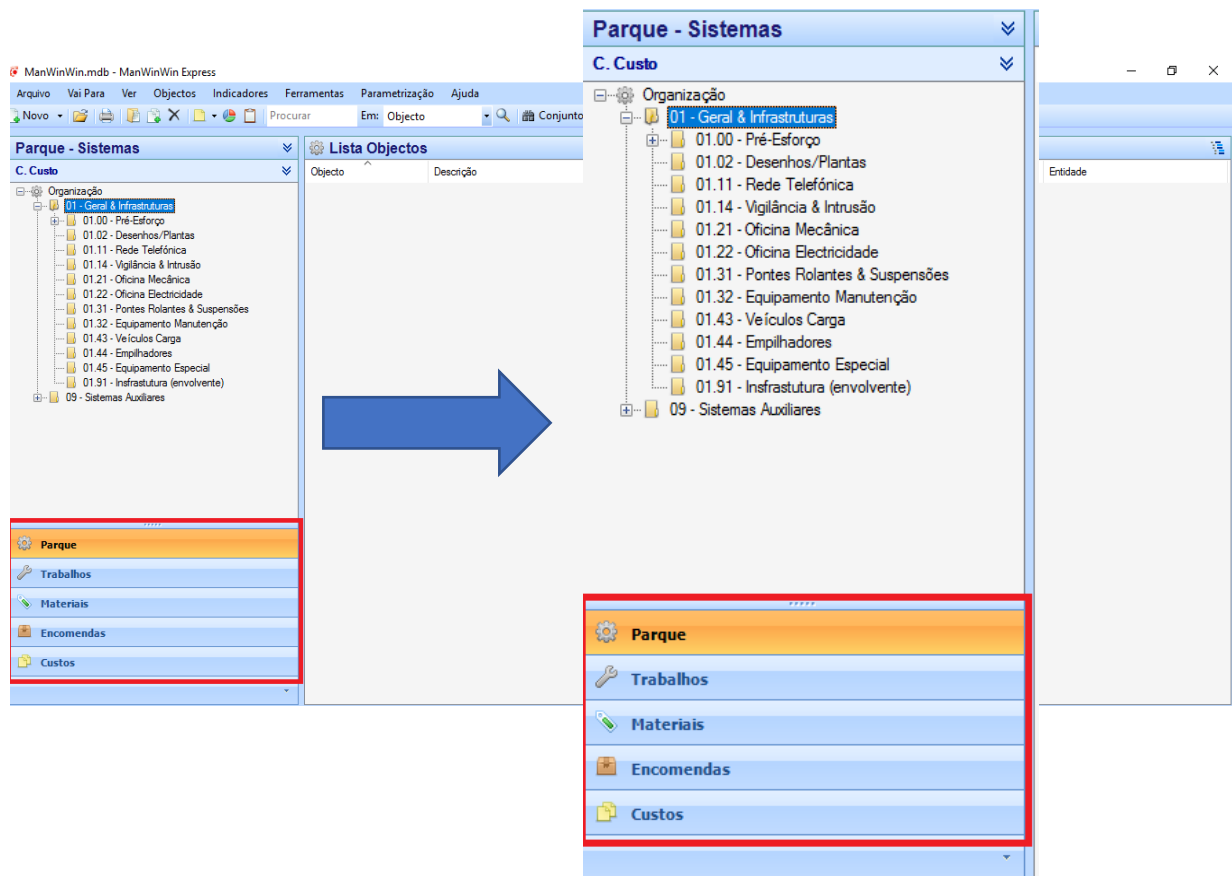


Figura 10 - Pâmetros a gerir no software (ManWinWin Software)

#### 4.6. Ficha de manutenção preventiva

Para simplificar o plano de manutenção preventiva, optou-se por dividir a máquina em várias partes, como enunciado anteriormente, pela facilidade de compreender os pontos onde é preciso atuar. Assim sendo o plano dividiu-se em 7 partes diferentes, sendo eles: Carregamento, Cabrestantes 1 e 2, Forno de Indução Móvel, Enrolador/Desenrolador, Bobinador, Quadros Elétricos e Linha, e foi criado um plano de manutenção preventiva para cada um destes. Na Figura 11 verificamos que a máquina Cableadora 1, se encontra subdividida e para criar ou adicionar alguma tarefa ao plano de manutenção, ou criar uma ordem de trabalho num desses objetos, apenas é necessário carregar com o botão direito do rato em cima do objeto pretendido, e abrirá um menu para escolha.

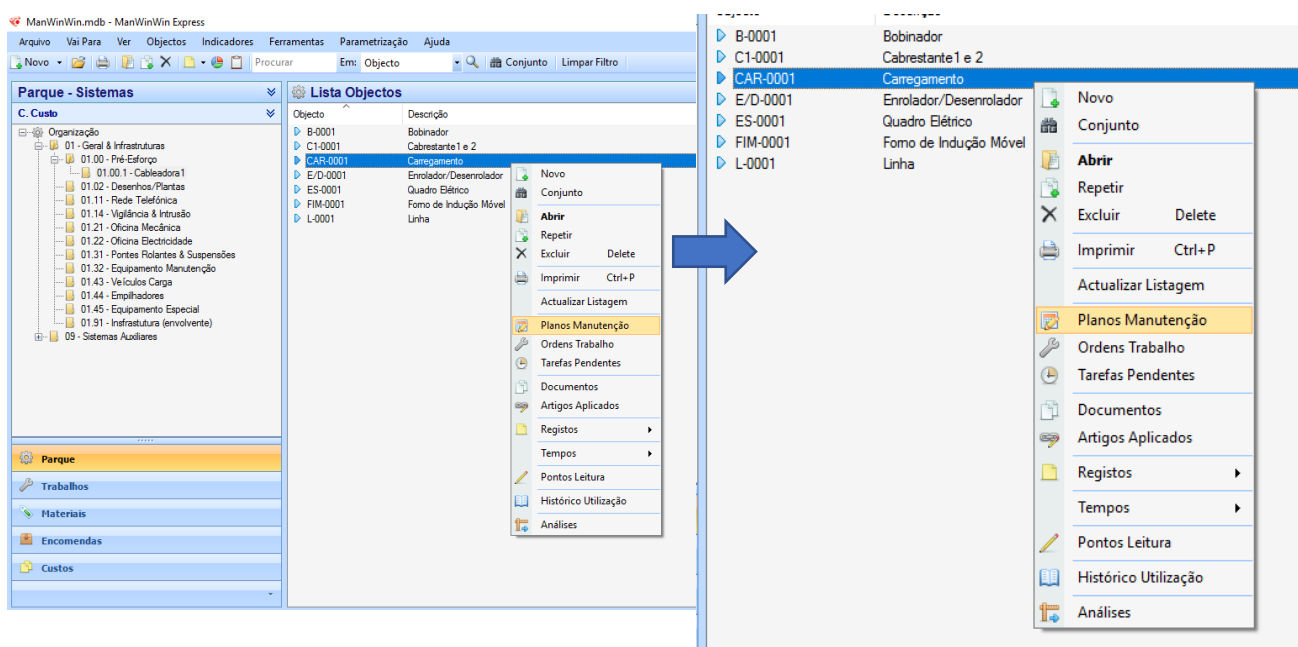
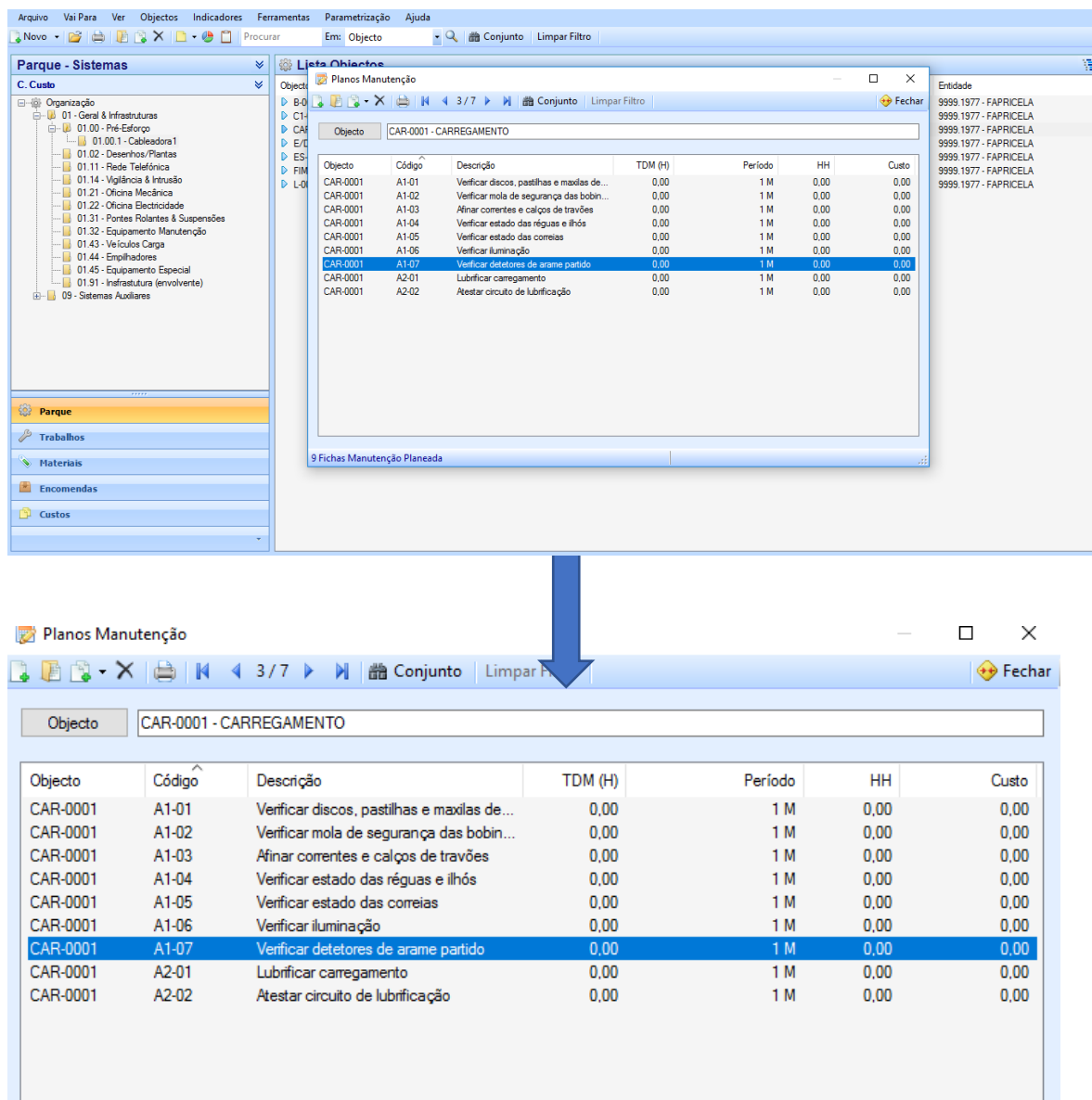


Figura 11 - Subdivisão da máquina Cableadora (ManWinWin Software)

No menu da Figura 11, carregando em Planos de Manutenção, irá abrir um separador e aí é possível ver as tarefas de manutenção preventiva para cada objeto já criadas. A qualquer momento é possível criar, alterar ou adicionar essas tarefas. Na Figura 12 está explícito o plano de manutenção preventiva para o carregamento da máquina, como forma ilustrativa do que é possível desenvolver na ferramenta.

## Estratégias de um procedimento híbrido de manutenção aplicada a uma indústria de trefilaria



The screenshot displays the ManWinWin Software interface for managing maintenance plans. The main window shows a table of maintenance tasks for the object 'CAR-0001 - CARREGAMENTO'. The table includes columns for Object, Código, Descrição, TDM (H), Período, HH, and Custo. The bottom window shows the detailed maintenance plan for the same object, with a table of tasks and their associated costs.

Objecto	Código	Descrição	TDM (H)	Período	HH	Custo
CAR-0001	A1-01	Verificar discos, pastilhas e maxilas de...	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-02	Verificar mola de segurança das bobin...	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-03	Afinar correntes e calços de travões	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-04	Verificar estado das réguas e ilhós	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-05	Verificar estado das correias	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-06	Verificar iluminação	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A1-07	Verificar detetores de arame partido	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A2-01	Lubrificar carregamento	0,00	1 M	0,00	0,00
CAR-0001	A2-02	Atestar circuito de lubrificação	0,00	1 M	0,00	0,00

Figura 12 - Plano de manutenção preventiva para o carregamento (ManWinWin Software)



Clicando duas vezes com o rato em cima da tarefa desejada do plano de manutenção, abre-se um separador, igual ao da Figura 13 no qual é possível encontrar todas as tarefas a fazer, bem como preparações, tipo de trabalho a fazer, mãos de obra, documentos anexados com informação, entre outros.

**Ficha Manutenção Planeada**

**Objecto:** CAR-0001 - CARREGAMENTO

**Tipo Trab.:** A1 - SISTEMÁTICO

**Código:** A1-01 **Descrição:** Verificar discos, pastilhas e maxilas de travão **Prev. TDM (H):** 0,00

**Periodicidade:** Calendário: 1 Meses **Registos (H):** **Próxima FMP:** A1-01

**Tarefas:** Preparações Mão de Obra Artigos Outros Leituras Documentos

Verificar o estado dos discos, pastilhas e maxilas de travão. Se estes se encontrarem com elevado desgaste ou alguma anomalia será necessário substituir.  
 Este mecanismo encontra-se na parte de trás dos berços do carregamento, e a função dele é travar a rotação das réguas da máquina quando esta pára, seja por alarme, paragem rápida ou paragem de emergência.  
 Este mecanismo está incorporado no sistema de réguas, que servem para enrolar o arame.

1 / 7 OK Cancelar Aplicar

Figura 13 - Tarefas e Preparações para a realização do plano (ManWinWin Software)

Foi definido um plano de manutenção preventiva sistemático e introduzido no software, sendo que neste constam todas as preparações e contém todos os ficheiros necessários para as tarefas a realizar. Na Tabela 2 estão todas as descrições dos trabalhos a desenvolver no plano de manutenção preventiva.

<b>Cableadora 1</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Periodicidade</b>
Carregamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar Detetores de arame partido</li> <li>• Verificar discos, pastilhas e maxilas travão</li> <li>• Verificar mola segurança das bobines</li> <li>• Afinar correntes e calços de travão</li> <li>• Verificar estado das réguas e ilhós</li> <li>• Verificar estado das correias</li> <li>• Verificar iluminação</li> <li>• Lubrificar carregamento</li> <li>• Atestar circuito de lubrificação</li> </ul>	Mensal
Cabrestantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar nível de óleo da caixa redutora</li> <li>• Verificar sistema de travagem</li> <li>• Lubrificar</li> </ul>	Mensal
Forno de Indução Móvel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpar e soprar interior do forno</li> <li>• Limpar pirómetro</li> <li>• Verificar leitura do pirómetro</li> <li>• Verificar roletes guia do cabo</li> <li>• Verificar circuitos de água do forno</li> </ul>	Mensal
Enrolador/Desenrolador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar discos e calços de travão</li> <li>• Verificar níveis de óleo das caixas redutoras</li> <li>• Lubrificar</li> </ul>	Mensal
Bobinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar nível de óleo da centralina</li> <li>• Verificar níveis de óleo da caixa redutora</li> <li>• Verificar circuito hidráulico</li> <li>• Lubrificar</li> </ul>	Mensal

Quadro Elétrico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpar e soprar quadro elétrico</li></ul>	Semestral
Linha	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar escovas, limpar e soprar motores</li><li>• Verificar sistemas de segurança</li><li>• Verificar e controlar circuitos de ar comprimido</li></ul>	Mensal

*Tabela 2 - Plano de Manutenção Preventiva Sistemática*

Como visualizamos na Tabela 2, o plano de manutenção criado foca vários pontos onde é importante controlar e verificar para prolongar a vida útil da máquina. Muitos destes pontos tratam-se da inspeção em materiais de desgaste, sendo que estando estes operacionais, estamos num bom caminho para obter maiores tempos de produção.

As consequências da não verificação dos materiais de desgaste pode acarretar a estragos elevados do equipamento, e consequente aumento de custos de manutenção, bem como menos tempo de produção, pois as intervenções associadas a estes pontos podem demorar algum tempo, sendo que poderão afetar outros pontos da máquina.

#### 4.7. Criação de OT Preventiva ou Corretiva

A Figura 14 ilustra a preparação de uma OT, sendo que pode ser uma OT preventiva ou corretiva. Uma OT preventiva serve para registar uma intervenção planeada, já uma OT corretiva serve para registar uma avaria inesperada. Na Figura 14 e na Figura 15 está explicito as funcionalidades do software.

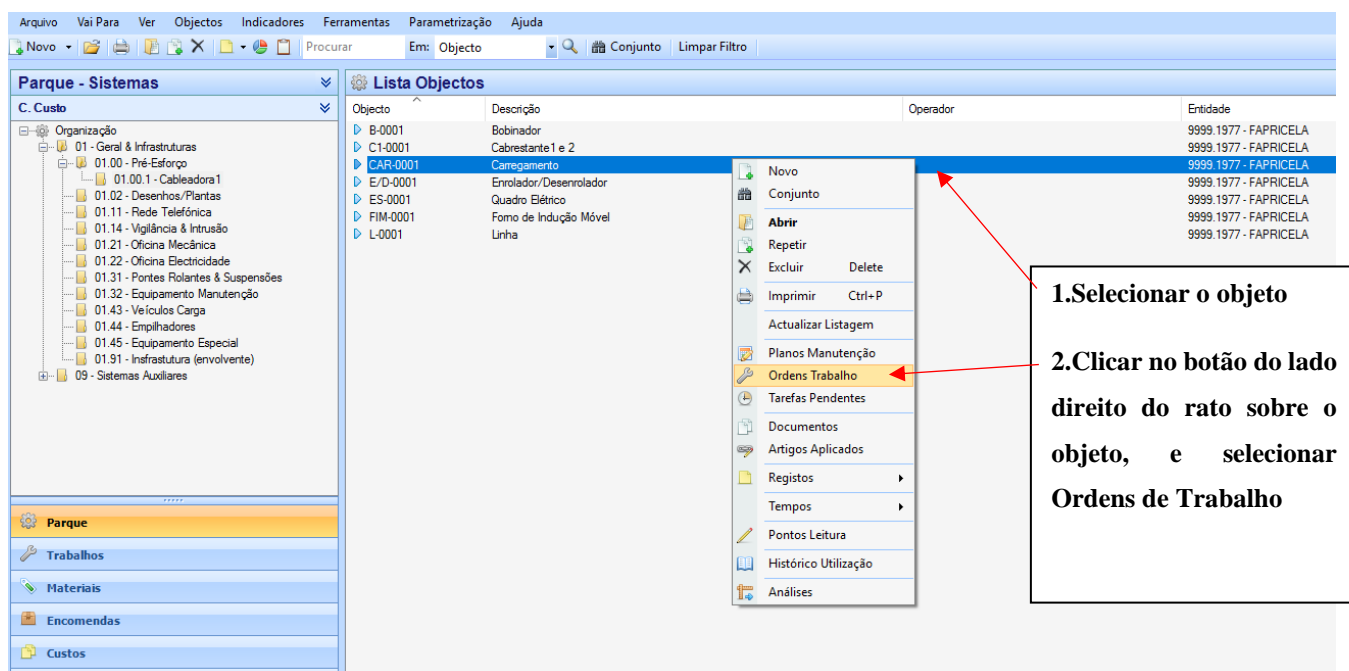


Figura 14 - Criação de OT (ManWinWin Software)

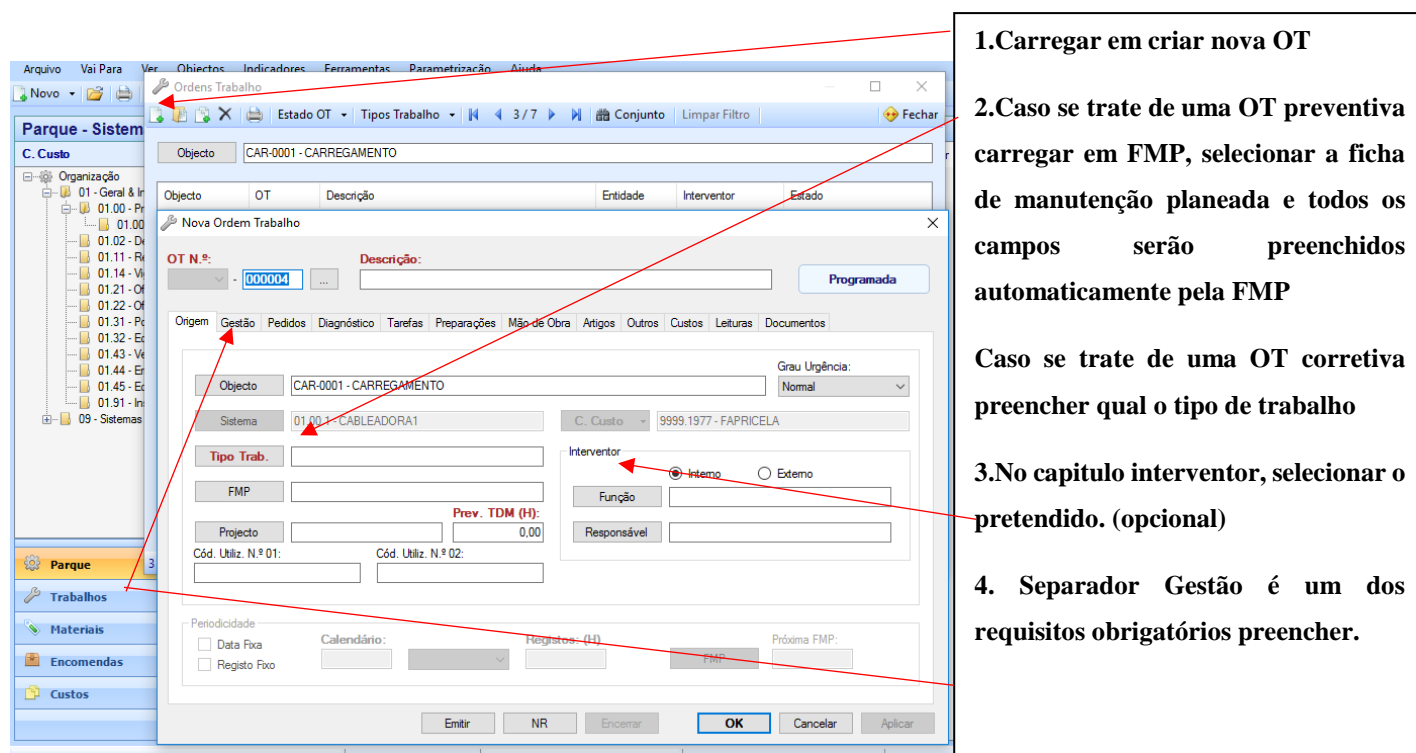


Figura 15 - Preenchimento da OT (ManWinWin Software)

No caso de se tratar de uma OT preventiva, o separador Gestão serve para planear e registar quando as intervenções irão ser feitas, já no caso de se tratar de uma OT corretiva, este separador serve para registar o início e o fim da reparação da avaria.

Como podemos verificar este software é bastante completo para uma boa gestão e organização da manutenção, sendo ainda possível controlar os custos tanto em material como mão de obra. Com este software conseguimos controlar tanto os custos diretos como os indiretos e os de posse, sendo que todos estes custos devem ser tidos em conta no produto final da produção, bem como imprimir relatórios para criar análises de manutenção, agendar intervenções, verificar histórico da máquina, entre outros.

#### 4.8. ManWinWin na gestão de artigos

A aba artigos tem a função de registar o material utilizado na intervenção efetuada, calculando automaticamente os custos de material que foram gastos como verificamos na Figura 16. Assim que atualizada toda a informação no sistema, automaticamente consultando o software sabemos o material utilizado para cada intervenção, sendo que já não haverá problemas de dúvidas qual o material utilizado em cada intervenção.

The screenshot displays the 'Ficha Manutenção Planeada' window in the ManWinWin software. The main window has a tabbed interface with 'Artigos' selected. The 'Objecto' field contains 'C1-0001 - CABRESTANTE1 E 2', and 'Tipo Trab.' is 'A1 - SISTEMÁTICO'. The 'Código' is 'A1-01' and the 'Descrição' is 'Verificar nível de óleo da caixa'. The 'Prev. TDM (H):' is '0.00'. The 'Periodicidade' section shows 'Calendário: 1 Meses' and 'Registos (H):'. The 'Próxima FMP' is 'A1-01'. Below the tabs, there is a table with columns: 'Origem', 'Código', 'Descrição', 'Quant.', 'UN', 'Custo', and 'Rubrica'. A modal dialog box titled 'Nova Previsão Artigo' is open, showing 'Artigo: G.LU.010.001 - ÓLEO', 'Quant.: 1', 'UN: LT', 'Custo Unitário: 5,000', 'Custo Previsto: 5,00', and 'Rubrica: 2.01 - SAÍDA ARMAZÉM - MATER.CONSUMO'. The 'OK' button is highlighted. At the bottom of the main window, there are navigation buttons and a status bar showing '1 / 3' and 'OK', 'Cancelar', 'Aplicar' buttons.

Figura 16 - Custos de material (ManWinWin Software)

#### 4.9. Melhorias na Máquina Cableadora

Para um bom ambiente na fábrica, para facilitar o acesso da execução de algumas tarefas e para simplificar alguns trabalhos serão propostas algumas melhorias. Uma dessas melhorias é a introdução de lã de rocha nas forras das portas e na chaparia do carregamento para isolar os sons fazendo com que o ambiente na fábrica se torne mais suave. Outra melhoria é a substituição da chaparia interior do carregamento, zona que se encontra muito danificada pois quando ocorre uma rotura de arame, ou se parte uma régua que guia o arame, como a rotação é muito elevada, o arame embrulha-se todo e danifica a chaparia envolvente.

Também a implementação de um sistema de dobradiças nas portas traseiras do carregamento irá simplificar o trabalho dos técnicos de manutenção quando for necessário fazer algum tipo de intervenção nessa zona, ganhando assim algum tempo, tanto para fazer outros trabalhos, como menos tempo de paragem da máquina, ou seja, ganha-se tempo na produção. Na Figura 17 está exemplificado o que se pretende na proposta de melhoria, visto que os sistema de dobradiças já está equipado em máquinas cableadoras mais recentes presentes na empresa, percebendo que se ganha tempo nas intervenções daquela zona.



*Figura 17 - Sistema de dobradiças para as portas do carregamento (Fapricela, S.A.)*

## **5. A importância da organização na gestão das equipas**

Nos dias de hoje, a Indústria 4.0 não é uma corrente ou uma moda, mas sim uma evolução dos sistemas produtivos industriais que garante benefícios como a redução de custos, de energia, o aumento da segurança e da qualidade, e a melhoria da eficiência dos processos. A Indústria 4.0 não é um conceito futurista, é já hoje uma realidade que começa a ter efeitos nos indicadores operacionais das empresas. Na base desta revolução está a conectividade digital que advém do uso massivo da Internet. Os produtos, as máquinas e as pessoas estão ligados em rede, cada vez em maior número, através de plataformas digitais que disponibilizam informação em tempo real. Nas fábricas, como noutras áreas da nossa vida, os dados, a informação, e o conhecimento suportados em papel passam a ser secundários, sendo dada primazia absoluta aos suportes digitais (Adaptado Carlos Ribas).

Os software de gestão, hoje em dia permitem controlar uma enormidade de parâmetros, entre eles os custos de mão de obra aplicados em intervenções, custos de cada técnico em determinadas ações, como prever custos relativos a intervenções futuras. Assim sendo podemos afirmar que são uma mais valia para o planeamento de uma indústria.

### **5.1. ManWinWin na gestão das equipas**

Um técnico de manutenção deve executar e controlar a manutenção de sistemas, equipamentos e máquinas, cumprindo a legislação e as normas técnicas, ambientais, da qualidade, de segurança e saúde e no trabalho. O software ManWinWin permite ao utilizador fazer uma gestão dos recursos humanos, sendo que com este conseguimos calcular os custos de cada técnico em cada intervenção.

Com este software, é possível prever os custos de mão de obra numa intervenção seja ela de manutenção preventiva, corretiva ou curativa. Como podemos verificar na Figura 18, o software possui uma aba de mão de obra onde qualquer trabalho que seja efetuado, ou esteja planificado para executar futuramente, associando o técnico que irá executar o trabalho, é possível fazer uma previsão de custos.



Ficha Manutenção Planeada

**Objecto**: CAR-0001 - CARREGAMENTO

**Tipo Trab.**: A1 - SISTEMÁTICO

**Código**: A1-01 **Descrição**: Verificar discos, pastilhas e maxilas de travão **Prev. TDM (H)**: 0.00

**Periodicidade**: Calendário: 1 Meses **Registos (H)**: **Próxima FMP**: A1-01

Tarefas | Preparações | Mão de Obra | Artigos | Outros | Leituras | Documentos

**Nova Previsão Mão de Obra**

**Origem**

**Função**: MAN.03 - SERRALHEIRO MECÂNICO

**HH**: 0.50 **Custo HH**: 20.00 **Custo Previsto**: 10.00

**Rubrica**: 1.01 - PESSOAL INTERNO

**OK** **Cancelar** **Aplicar**

**Custo HH**: 0.00 **Custo Total**: 0.00

1 / 9 **OK** **Cancelar** **Aplicar**

Figura 18 - Custos Mão Obra (ManWinWin Software)

Assim sendo, neste caso podemos associar ao plano de manutenção preventiva, o interventor de cada ponto do plano e é possível contabilizar o valor dispendido em mão de obra, podendo prever os custos num período de tempo desejado.

## 6. Análise de processos da linha de decapagem

### 6.1. Matéria Prima/ Laminagem

A matéria-prima, como mostra a Figura 19, chega ao parque da fábrica proveniente das siderurgias, onde o minério é fundido num alto-forno. Após a verificação da homogeneidade do material no alto-forno, efetua-se o vazamento do material formando lingotes ao ser arrefecido. Os lingotes seguem para um processo de laminagem a quente, ilustrado na Figura 20, originando os rolos de fio-máquina. Após o processo de laminagem a quente ocorre um processo de arrefecimento e o ferro combina-se com o oxigénio presente no ar, criando assim uma camada de óxido na superfície metálica, designada de “carepa”.

Para a remoção dos óxidos de ferro e da oxidação atmosférica presente na superfície do arame, o fio máquina é sujeito a um processo de decapagem química.



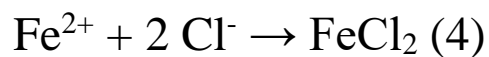
*Figura 19 – Matéria Prima (Fapricela, S.A.)*



*Figura 20 - Rolo de arame laminado (ArcelorMittal)*

## 6.2. Decapagem Química

No processo de decapagem química o fio-máquina é mergulhado em banhos de ácido podendo este ser feito em ácido clorídrico ou ácido sulfúrico. Na Fapricela este processo é feito nos aços de médio e alto teor em carbono (que irão originar arame e cordão para pré-esforço de baixa relaxação, arame técnico para molas) e consiste na imersão dos rolos de arame em tinas (tanques) de ácido clorídrico, como mostra a Figura 21 fazendo com que o ferro presente na superfície se agregue ao cloro e forme cloreto de ferro, explicito na equação 4, ficando a superfície do arame limpa.





*Figura 21 - Tina ácido clorídrico (Fapricela, S.A.)*

### **6.3. Lavagem do fio máquina**

Após a imersão do fio-máquina na solução ácida, o rolo é lavado com fortes jatos de água para evitar a possibilidade de este ficar fragilizado à corrosão. Este sistema de lavagem de jatos de água é feito através de um arco exterior, que roda em torno do rolo de fio-máquina e faz a sua lavagem exterior, e através de um sistema móvel que percorre o interior do rolo fazendo a sua lavagem interna, como podemos verificar na Figura 22.





*Figura 22 - Sistema de lavagem de rolos (Fapricela, S.A.)*

#### **6.4. Ativação**

Este processo é posterior à lavagem do fio-máquina por aspersão, e a sua função principal é de preparar o fio-máquina para o processo de fosfatação.



*Figura 23 - Tina de Ativação (Fapricela, S.A.)*

## 6.5. Fosfatação

Para que possa haver uma redução de secção do fio de arame do rolo de fio-máquina por um processo de deformação a frio é necessário lubrificar a superfície do arame. Essa lubrificação é conseguida com a imersão do rolo de fio-máquina num banho de fosfatação, ilustrado na Figura 24. Neste banho forma-se uma camada de um cristal de fosfato de zinco na superfície do arame. A fosfatação é um tratamento superficial que assegura, através da aplicação de um revestimento na superfície do fio laminado, uma eficaz lubrificação durante o processo de trefilagem.



*Figura 24 - Tina de Fosfatação (Fapricela, S.A.)*

## 6.6. Lavagem da Fosfatação

Depois do rolo de fio-máquina ser mergulhado no banho de fosfato, segue-se a imersão do material numa tina de água para fazer a sua lavagem, como mostra a Figura 25.



*Figura 25 - Tina de lavagem após fosfatação  
(Fapricela, S.A.)*

### 6.7. Neutralização

Para eliminar os vestígios de ácido é efetuado um banho de neutralização como vemos na Figura 26. Este banho neutraliza o resto de ácido fosfórico que existe na superfície do rolo, protegendo o produto final da oxidação e/ou corrosão.



*Figura 26 - Tina da neutralização (Fapricela, S.A.)*



## 6.8. Secagem

Após todos estes tratamentos é feita uma secagem no interior de uma estufa, como podemos verificar na Figura 27. O rolo de arame permanece dentro da estufa, normalmente, durante 150 segundos, e esta encontra-se a uma temperatura de setpoint de 100°C, sendo que estes valores podem sofrer alterações.

Cada rolo de fio-máquina tem um BI, exemplificado na Figura 28, no qual consta o seu diâmetro, peso, entre outros.



*Figura 27 - Estufa de secagem de rolos de arame (Fapricela, S.A.)*



Figura 28 - Ficha identificativa dos rolos (Fapricela, S.A.)

Todo o processo de mergulho do fio-máquina, tanto nas tinas de ácido clorídrico, como no resto das tinas dos processos explicados, é feito através de um sistema de pontes rolantes automatizado, como ilustra a Figura 30, no qual o operador apenas tem de dar entrada do fio-máquina nas gavetas de entrada, ilustradas na Figura 29, digitando o seu diâmetro no painel de entrada, e a partir daí decorre todo o processo até às gavetas de saída.



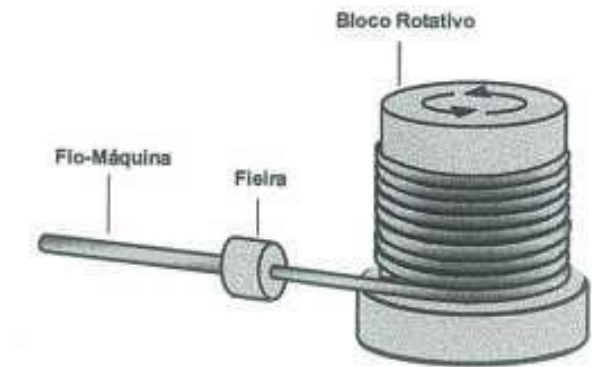
Figura 29 - Gavetas de entrada (Fapricela, S.A.)



*Figura 30 - Ponte rolante automatizada (Fapricela, S.A.)*

Os colaboradores afetos à secção controlam a acidez dos banhos de ácido, a permanência dos rolos de arame de aço em cada etapa, a temperatura dos banhos e a dosagem de reagentes nos banhos de fosfatação e neutralização e a temperatura de secagem. Todo este controlo é feito através de um software, no qual se define os setpoints requeridos. Após todos estes processos, o arame está pronto a ser trefilado. A trefilagem é efetuada em máquinas de trefilar com várias fieiras consecutivas que reduzem o diâmetro do fio, aumentando a sua resistência mecânica por sucessivas deformações a frio.

No processo de trefilagem (Figura 31) as fieiras atuam como ferramentas de conformação mecânica que permitem obter os diferentes diâmetros. Uma fieira é, normalmente, constituída por um núcleo em carboneto de tungsténio inserido dentro de uma carcaça de aço ao carbono. Como o núcleo fica submetido a elevadas tensões de tração durante a trefilagem, este é montado dentro de uma caixa de aço carbono para evitar a sua fratura.



*Figura 31 - Processo de trefilagem*

## **7. Estudo de impacto relativo ao regime de funcionamento de um sistema de secagem de rolos de arame**

O contexto económico atual, juntamente com a ameaça do esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, a constante elevação dos preços da energia e as preocupações ambientais levam-nos a uma necessidade da utilização da energia de uma forma mais consciente. Nesse sentido, a poupança de energia está a ser considerada um fator de produção tão importante quanto o capital, a mão-de-obra ou a matéria-prima.

As empresas estão, cada vez mais, a desenvolver e implementar programas de otimização e gestão energética como uma solução para os problemas de consumos atuais.

### **7.1. Redução de Consumos Energéticos numa Estufa inserida numa linha de decapagem química**

No âmbito da redução de consumos energéticos da estufa inserida na linha de decapagem descrita anteriormente, a Fapricela visa implementar dois projetos de melhoria de processo de maneira a reduzir os consumos de gás da caldeira. Estes projetos tratam-se de:

- 1) Instalação de uma válvula de controlo modelante de vapor para controlo da entrada de vapor , conforme a necessidade de temperatura no interior da estufa;
- 2) Instalação de portas isoladas na parte superior da estufa para reter o vapor dentro desta.

No que diz respeito à instalação da válvula de controlo modelante de vapor, esta já se encontra no ativo, como mostra a Figura 32 e com esta é possível um melhor controlo de temperatura dentro da estufa. Esta válvula encontra-se na linha de vapor e serve para controlar a entrada de vapor produzido na caldeira para o interior da estufa, conforme a necessidade de temperatura no interior desta.

O controlo desta válvula será efetuado por uma sonda de temperatura, instalada no interior da estufa que monitorizará a temperatura e por sua vez o controlador de temperatura regulará a abertura/fecho da válvula consoante as necessidades térmicas.



*Figura 32 - Válvula de controlo modelante de vapor  
(Fapricela, S.A.)*



Numa primeira fase, na Fapricela, S.A. a estufa de secagem de rolos incorporada na linha de decapagem, encontrava-se aberta na sua parte superior. Devido ao sistema de movimentação de pontes rolantes automatizado, e ao transporte dos rolos de fio-máquina ser efectuado através de ganchos nos quais as pontes automatizadas vão transportando de tina em tina (Figura 33), o sistema da estufa de secagem de rolos tem como contrapartida ter uma abertura e isso condiciona a temperatura no interior da estufa, como verificamos na Figura 34.



*Figura 33 - Pontes automatizadas e ganchos de transporte (Fapricela, S.A.)*



*Figura 34 - Estufa de secagem de rolos de arame (Fapricela, S.A.)*

Visto que a estufa com esta abertura, tem bastantes perdas pois como o vapor é direcionado para dentro da estufa, mas esta está em contacto com o ar ambiente, o calor tem tendência a subir, o que faz com que as perdas de vapor sejam elevadas. Daí podemos concluir que haverá um maior consumo energético por parte da caldeira pois terá de produzir uma maior quantidade de vapor.

Para reduzir esses consumos optou-se por implementar um sistema de abertura/fecho de portas, e assim conseguiremos reter uma maior quantidade de calor dentro da estufa, pois com este projeto já se assemelha a um sistema fechado e as perdas são menores. Contudo haverá sempre perdas pois na abertura/fecho de portas para introduzir o rolo de fio-máquina, haverá contacto com a temperatura ambiente e consequente perda de vapor. Mesmo assim, em termos energéticos conseguimos reduzir consumos de gás na produção de vapor da caldeira.

A abertura/fecho de portas da estufa, no que diz respeito a consumos energéticos trata-se de um fator negativo, mas como se trata de uma secagem de rolos húmidos é necessária a renovação do ar dentro da estufa, senão este tornar-se-ia húmido.





*Figura 35 - Portas da Estufa de Secagem (Fapricela, S.A.)*

A Figura 35 mostra a forma como as portas atuam neste sistema de secagem de rolos numa estufa. O sistema é composto por duas portas, uma de cada lado do gancho que armazena o rolo de fio-máquina, e estas são em chapa de aço carbono S235JR de 2,5mm de espessura. As portas estão isoladas termicamente com placas de lã de rocha de 100 mm de espessura.

A abertura/fecho das portas é automatizada conforme as pontes rolantes, e esta é feita através de dois motorreduzidores acoplados cada um em sua porta, sendo também controlados por sensores NO.

## 8. Conclusão e trabalhos futuros

### 8.1. Análise de dados e conclusões

Na Tabela 3, está ilustrado o levantamento de consumos de gás para a caldeira efetuados em diferentes dias, sendo que estes dados foram adquiridos quando a estufa não possuía portas, ou seja, onde as perdas de calor eram maiores. A Figura 36 identifica o contador de gás no qual os dados foram obtidos.

<b>Dia</b>	<b>Leitura Contador (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média diária (m<sup>3</sup>/dia)</b>
01-02-2017	<b>20 499.71</b>	<b>----</b>
06-02-2017	<b>23 432.82</b>	<b>586.62</b>
09-02-2017	<b>24 831.83</b>	<b>466.33</b>
09-03-2017	<b>39 487.52</b>	<b>488.52</b>
10-03-2017	<b>39 949.76</b>	<b>462.24</b>
16-03-2017	<b>42 385.18</b>	<b>405.90</b>
20-03-2017	<b>44 305.18</b>	<b>480.00</b>
23-03-2017	<b>45 634.88</b>	<b>443.23</b>
03-04-2017	<b>51 782.81</b>	<b>614.79</b>
04-04-2017	<b>52 305.32</b>	<b>522.51</b>
05-04-2017	<b>52 881.10</b>	<b>575.78</b>
07-04-2017	<b>54 015.94</b>	<b>567.42</b>
18-04-2017	<b>59 384.02</b>	<b>488.00</b>

*Tabela 3 - Dados adquiridos no contador*



Figura 36 - Contador de gás para a caldeira (Fapricela, S.A.)

Com os valores da Tabela 3 podemos concluir que o consumo médio diário de gás efetuado por a caldeira ronda a casa dos **508.44 m<sup>3</sup> / dia**. Este valor deve-se ao facto de o vapor estar em contacto com o ar ambiente. Com a presença de uma barreira física entre o interior da estufa e o meio envolvente, as perdas de vapor da câmara para o exterior (transferência de massa) serão muito menores, ao que concluímos que o valor de consumo médio diário de gás irá reduzir.

Assim sendo podemos verificar que a introdução de portas no sistema reduz a transmissão de calor por convecção e radiação, o que leva a uma redução tanto de custos como de bens energéticos.

Devido a problemas externos à Fapricela, S.A., não foi possível fazer um levantamento de dados com as portas colocadas no respetivo lugar para fazer a comparação com a ausência destas. Com essa análise prática conseguia-se fazer um estudo real da otimização de consumos energéticos, e contabilizar as poupanças obtidas. Devido a um fator extrínseco à Fapricela, S.A., o sistema de pontes rolantes automatizadas ou não cumpriu os sensores, ou devido a algum erro ou bug de programação danificou as portas, não sendo possível fazer o levantamento e tratamento de dados.

A introdução da válvula modelante de vapor no sistema também foi uma mais valia, visto que, através do programa exibido na Figura 37 (programa de controlo da linha de decapagem), é possível definir um setpoint para a temperatura desejada, e esta efetua o controlo de temperatura dentro da câmara da estufa de secagem.

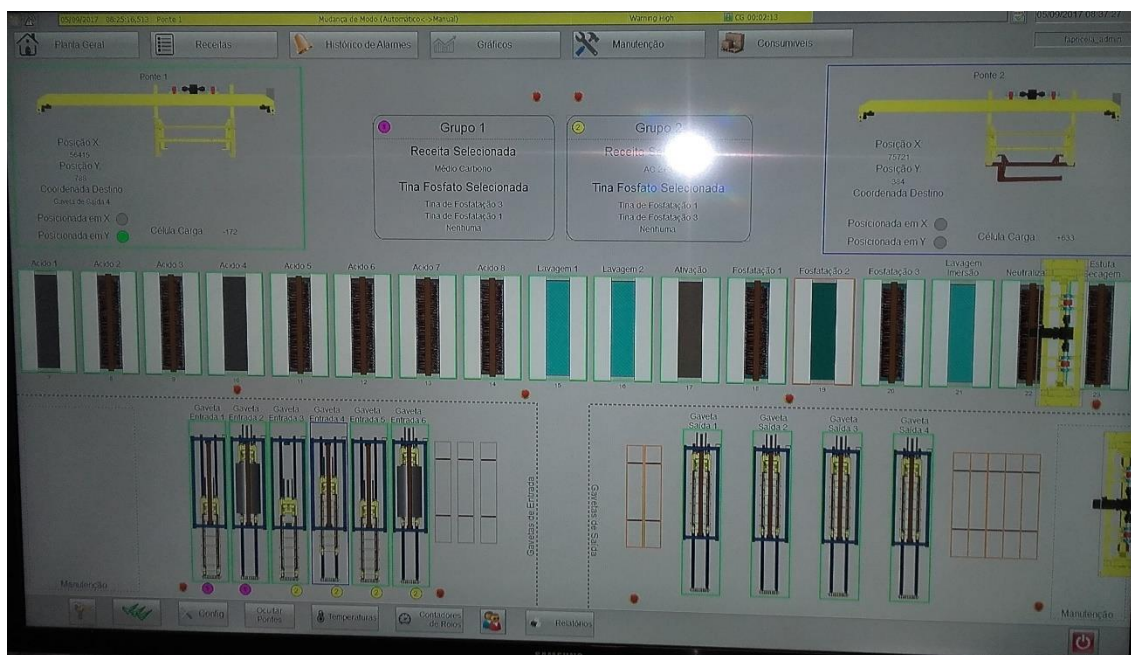


Figura 37 - Programa de controlo da linha de decapagem química (Fapricela, S.A.)

## 8.2. Utilidade do software de gestão e manutenção na indústria

A aplicação da manutenção preventiva é de facto essencial para o correto desempenho e fiabilidade da manutenção nos equipamentos. A gestão da manutenção eficaz passa por otimizar os planos de manutenção e gestão de trabalhos, lidar com o envelhecimento das soluções e responder eficazmente às falhas e avarias, tirando partido dos avanços das tecnologias. Foi possível observar que o recurso à utilização das ferramentas introduz melhorias na gestão da manutenção, sendo possível com isto ganhar tempos de produtividade. Além disso, alcança-se reduções de custos de manutenção, papéis e documentos.

Como tal, e por tudo o que foi enumerado no documento, podemos afirmar que os softwares de gestão são uma mais valia para uma boa gestão de manutenção, que para além de toda a gestão que nos permite fazer, ajuda-nos a prever e analisar custos de mão de obra e dos materiais utilizados nas intervenções. Em suma, o software permite ter um controlo de tudo o

Estratégias de um procedimento híbrido de manutenção aplicada a uma indústria de trefilaria que abrange a manutenção, tal como calculando os custos totais desta, pois não podemos descurar que todos estes custos devem fazer parte dos lucros de produção.

### **8.3. Trabalhos futuros**

Como trabalhos futuros, em relação à otimização de tempos em tarefas de manutenção preventiva, seria importante padronizar e fazer um levantamento do material consumível utilizado nas manutenções preventivas, bem como um levantamento das ferramentas utilizadas nos diversos trabalhos de manutenção, com o âmbito de desenvolver um ferramental apenas dos materiais e ferramentas necessárias, de maneira a quando se tenha de intervir nas manutenções, otimizar tempos, fazendo com que se perca menos tempo em tarefas de manutenção, o que implica maior tempo de produção, ou seja, mais lucro.

De acordo com as ferramentas da metodologia 5S, devemos melhorar a eficiência através da definição adequada dos objetivos no uso dos materiais, separando o útil e descartando o inútil, bem como ordenar cada coisa no seu lugar para ser mais fácil identificar. Com todos estes princípios, obter-se-à uma melhoria significativa na manutenção.

## 9. Referências Bibliográficas

Cabral, José Paulo; Organização e Gestão da Manutenção - Dos Conceitos à Prática ...; Lisboa: Lidel - Edições Técnicas; 2004.

Ferreira, Luís Andrade; Uma Introdução à Manutenção; Porto: Publindústria, Edições Técnicas, 1998.

Pinto, Vitor M; Gestão da Manutenção - IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento; 2004.

Pereira, Pedro Miguel; Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA; 2009.

Nakajima, Seiichi; Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance; São Paulo; 1989.

Farinha, José Manuel; Manutenção – A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão; Monitor; 1ª Edição 2011.

<http://www.fapricela.pt/> Acesso em: 12/06/2017

<http://www.manwinwin.com/> Acesso em: 04/07/2017

<https://www.engetref.com.br/5s/> Acesso em: 14/08/2017